



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA

MECÁNICA ELÉCTRICA

**PROPUESTA DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA
BOMBLEAR AGUA SUBTERRÁNEA EN VIVIENDA UBICADA EN EL
CASERIO LA LAGUNA-DISTRITO DE MORROPE, 2016**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

William José Lorenzo Prada Araujo

ASESOR:

Ing. JAMES SKINNER CELADA PADILLA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN

CHICLAYO-PERÚ
2017

PÁGINA DEL JURADO

ING. FREDY DÁVILA HURTADO
PRESIDENTE

ING. HUBERT DIAZ ALCALDE
SECRETARIO

ING. ARTURO JOSÉ NAVARRETE NÚÑEZ
VOCAL

DEDICATORIA

Una persona usualmente se convierte en aquello que él cree que es, si yo sigo diciéndome a mí mismo que no puedo hacer algo, es posible que lo termine siendo incapaz de hacerlo. Por el contrario si yo tengo la creencia que si puedo hacerlo, con seguridad yo adquiriré la capacidad de realizarlo aunque no lo haya tenido al principio.

De la Frase de Gandhi

A Dios por ser mi guía, por su incondicional amor, a mis padres William y Maritza, mis hermanos Diego y Marcelo, que son la luz que me iluminan día a día, por su amor, comprensión y apoyo incondicional, que me alentaron para alcanzar mis ideales.

WILLIAM JOSÉ LORENZO PRADA ARAUJO

AGRADECIMIENTO

La presente no se habría podido realizar sin la ayuda de algunas personas a las que deseo expresar mi agradecimiento.

Primero deseo agradecer a Dios por mi salud para realizar este trabajo entre otras cosas, a mis abnegados padres por su apoyo incondicional y darme la fortaleza y moral para seguir día a día, mis hermanos que por ellos continúo y siempre dándome aliento a nunca rendirme, entre otras personas que creen en mí y me apoyan profesionalmente, gracias.

WILLIAM JOSÉ LORENZO PRADA ARAUJO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

WILLIAM JOSÉ LORENZO PRADA ARAUJO, con DNI N° **71233647**, Estudiante de Ingeniería Mecánica Eléctrica, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el **Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo**, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la **Universidad César Vallejo**.

Chiclayo, 13 de Setiembre del 2017

William José Lorenzo Prada Araujo

DNI: 71233647

PRESENTACIÓN

En respeto a las normas establecidas del reglamento de grados y títulos de la facultad de Ingeniería de la “Universidad Cesar Vallejo”, pongo a vuestra disposición el presente proyecto de desarrollo de tesis titulado, **PROPUESTA DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA BOMBLEAR AGUA SUBTERRÁNEA EN VIVIENDA UBICADA EN EL CASERIO LA LAGUNA-DISTRITO DE MORROPE, 2016**

La misma que pongo a disposición para ser evaluada y merezca cumplir con los requerimientos de conformidad para obtener el Título Profesional de INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA.

Chiclayo, 13 de Setiembre del 2017

Autor

William José Lorenzo Prada Araujo

DNI: 71233647

ÍNDICE

PÁGINA DE JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	14
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA	14
1.1.1. Realidad Problemática Internacional	14
1.1.2 Realidad Problemática Nacional	15
1.1.3 Realidad Problemática Regional	16
1.1.4 Realidad Problemática Local	16
1.2 TRABAJOS PREVIOS	17
1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA	20
1.3.1 Energía Solar	20
1.3.2 Naturaleza de la Energía Solar	23
1.3.3 Sistema Estructural Solar	24
1.3.4 Radiación Solar sobre la Superficie de la Tierra	25
1.3.5 Sistemas Solares Fotovoltaicos	29
1.3.6 Bombeo de Aguas Subterráneas	30
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	37
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	37
1.5.1 Justificación Económica	37

1.5.2	Justificación Social	38
1.5.3	Justificación Tecnológica	38
1.5.4	Justificación Ambiental	38
1.6	HIPÓTESIS	39
1.7	OBJETIVOS	39
1.7.1	Objetivo General	39
1.7.2	Objetivos Específicos	39
II.	MÉTODO	39
2.1	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	39
2.1.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	39
2.1.2	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	40
2.2	VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN	40
2.2.1	VARIABLES	40
2.2.1.1	VARIABLE INDEPENDIENTE	40
2.2.1.2	VARIABLE DEPENDIENTE	40
2.2.2	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	40
2.3	POBLACIÓN Y MUESTRA	42
2.3.1	Población	42
2.3.2	Muestra	42
2.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	42
2.4.1	Validez	43
2.4.2	Confiabilidad	44
2.5	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	44
2.5.1	Plan de Análisis Estadísticos de Datos	44
2.5.2	Análisis de los Datos	44
2.6	ASPECTOS ÉTICOS	44
III.	RESULTADOS	45
3.1	OBTENER EL REGISTRO DE MEDICIONES DE RADIACIÓN DE	

	LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA SENAMHI-CHICLAYO PARA DETERMINAR SU APLICACIÓN EN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	45
3.2	DETERMINAR LA DEMANDA DE AGUA NECESARIA AL DÍA QUE REQUIERE LA VIVIENDA	45
3.3	SELECCIONAR EL DISPOSITIVO DE BOMBEO DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA SATISFACER EL REQUERIMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	46
3.4	CALCULAR Y SELECCIONAR LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	47
3.5	EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA DETERMINAR LA FACTIBILIDAD DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	48
IV.	DISCUSIÓN	50
V.	CONCLUSIONES	52
VI.	RECOMENDACIONES	53
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
VIII.	ANEXOS	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Posición de la tierra respecto al sol	24
Figura 2: Ángulo Solar	28
Figura 3: Ciclo Hidrológico del Agua	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de radiación emitidos por el sol	26
Tabla 2: Asignación del agua en la tierra	31
Tabla 3: Operacionalización de variables	41
Tabla 4: Técnicas e instrumentos de recolección de datos	42
Tabla 5: Aspectos éticos	44
Tabla 6: Niveles de radiación	45

RESUMEN

El presente estudio se ocupa la instalación fotovoltaico para el bombeo de agua subterránea para lograr mejorar la calidad de vida en el Caserío la Laguna, Distrito de Morrope, Provincia de Lambayeque, ya que actualmente no cuenta con el servicio eléctrico para el bombeo de agua subterránea, el cual es una necesidad básica para el desempeño de diferentes actividades tanto domésticas, como en el ámbito laboral que es el sustento económico de la familia.

La población de la laguna obtiene sus recursos económicos gracias a la crianza de animales, los cuales necesitan alimentación y buen cuidado.

Como se sabe todo ser vivo necesita un recurso indispensable para la vida que es el agua, los pobladores logran obtenerla gracias a un pozo tubular, han logrado extraer agua de ese pozo de manera rústica, lo cual demanda un esfuerzo físico y esto limita obtener una cantidad de agua aceptable para su alimentación, la escasez de agua es la principal causa de numerosas enfermedades, tanto para la familia como para los animales. Por lo cual el ganado no estará dentro de los estándares de calidad que se necesitan para lograr ser competente en el mercado local.

Es aquí donde optamos por las energías renovables, siendo una de ellas la energía solar, gracias a esta energía se hará un diseño preciso para obtener electricidad para bombear agua, según la necesidad de la familia y como una demanda proyectada a futuro.

El presente estudio tiene por finalidad plantear la medida que solucione la falta de electricidad para el bombeo de agua subterránea, para brindarles una deseable calidad de vida, a través de una propuesta de instalación Fotovoltaico.

Palabras claves: Instalación, solar, irradiación, paneles, motor.

ABSTRACT

This study deals with the photovoltaic installation for the pumping of groundwater to improve the quality of life in the Caserío la Laguna, District of Morrope, Province of Lambayeque, since currently it does not have the electric service for the pumping of groundwater, which is a basic need for the performance of different domestic activities, as well as in the work environment that is the economic sustenance of the family.

The population of the lagoon obtains its economic resources thanks to the raising of animals, which need food and good care.

As you know every living thing needs an indispensable resource for life that is water, the villagers manage to obtain it thanks to a tubular well, they have managed to extract water from that well in a rustic way, which demands a physical effort and this limits obtaining a amount of water acceptable for food, water shortage is the main cause of many diseases, both for the family and for animals. Therefore, livestock will not be within the quality standards needed to be competent in the local market.

This is where we opt for renewable energy, one of which is solar energy, thanks to this energy, a precise design will be made to obtain electricity to pump water, according to the family's needs and as a projected future demand.

The present study has as purpose to propose the measure that solves the lack of electricity for the pumping of underground water, to offer them a desirable quality of life, through a proposal of photovoltaic installation.

Keywords: Installation, solar, irradiation, panels, motor.

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Realidad problemática.

1.1.1. Realidad problemática Internacional.

“Constantemente encontramos problemas relacionados con la eficiencia energética de diversas instalaciones. Y nos enfrentamos frente a, no tan nuevos términos, tales como energías alternativas, biomasas, eficiencias, restricciones energéticas, geotermia, etc.” (García, 2015, p. 7).

“Felizmente tenemos en nuestra manos, energías más limpias y sobre todo gratuita que nos proporciona nuestra la propia naturaleza, y a esta energía se le llama fotovoltaica” (García, 2015, p. 7).

Esta energía y su relevancia no es algo nuevo, pues en 1890, hubo un ingeniero, idealista llamado Nicola Tesla el que decretó que si fuéramos capaces de acopiar la energía solar que nos proporciona el desierto del Sahara, sería suficiente para tener la satisfacción de las necesidades energéticas en muchas generaciones en el mundo entero. (García, 2015, p.7)

“Sin ser muy idealista, me interrogo si con la tecnología actual y los precios reales en el mercado podríamos satisfacer las necesidades energéticas de una vivienda media en España” (García, 2015, p.7).

1.1.2. Realidad problemática Nacional.

“Los factores de presión son esencialmente la sobreexplotación de acuíferos, el vertimiento de sustancias contaminantes a los cuerpos de agua, las variaciones en el uso del suelo tales como la deforestación, el crecimiento de urbanizaciones en zonas de producción hídrica” (Ordoñez, 2011, p. 10).

En reducción de la reserva acuátil conjuntamente al elevado incremento poblacional, produce una disputa los cuales están aumentando y que extienden a empeorar; si no se ocupan las alternativas de solución adecuadas, a manera de la disposición del uso del agua mediante los dispositivos de proyectos normativas y leyes que permitan su defensa y distribución en forma equitativa. (Ordoñez, 2011, p. 10)

“A raíz del efecto de la llamada crisis de petróleo es que se originó en el Perú los inicios por el interés de la inclinación de las energías limpias, detalladamente la producida por el sol” (Horn, 2006, p. 6).

“Se ha ejecutado capacitaciones en las distintas ciudades del país, fundamentalmente en bombeo de agua con molinos de viento, calentadores solares de agua como en secadores solares de productos agrícolas” (Horn, 2006, p. 6).

“La consecuencia de estas aplicaciones fueron victoriosas, como por ejemplo la tecnología de los calentadores solares de agua, hoy bien firme en Arequipa, a la vez los secadores solares artesanales de maíz los cuales son utilizados en la actualidad por Valle Sagrada del Urubamba” (Horn, 2006, p. 6).

“Sin embargo, por más afán de incrementar la energía eléctrica en todo el territorio patrio, fundamentalmente mediante de la extensión de redes eléctricas, todavía existen muchos pobladores peruanos sin electricidad” (Horn, 2006, p. 6).

Gran parte de ésta gente habita en zonas rústicas y en cuanto más incrementa la electrificación más caro es incrementar un punto porcentual esta. Esto se debe al descenso poblacional y las pocas convenientes zonas geográficas que vienen dándose en el Perú. Para los peruanos la única posibilidad económicamente factible a corto e intermedio plazo es la concepción local de electricidad, basada totalmente en recursos renovables: hidráulica, eólica, solar y biomasa. (Horn, 2006, p. 6)

1.1.3. Realidad problemática regional.

“Los índices de utilización de energía eléctrica en Lambayeque, es el de la industria en el periodo 2003 – 2007 donde se mantiene con un 37.5% de los cuales en promedio el 77.5% de este porcentaje es el representativo.” (Vela, 2010, p. 7)

“En la actualidad se hallan trabajos el cual tienen mayor consumo referente a otros; completándose el diagnóstico de intervención porcentual conjuntamente con el procedimiento mes a mes del consumo de energía de los grupos que predominan, revelándose así la dinámica del sector” (Vela, 2010, p. 7).

1.1.4. Realidad problemática local.

En el sector la Laguna, distrito de Morrope no cuenta con servicio eléctrico para el bombeo de pozo tubular. Por la necesidad de obtener agua utilizan métodos rústicos y de esfuerzo físico que limitan la obtención de este recurso básico.

Esto conlleva a una serie de problemas de salud como enfermedades crónicas, una higiene limitada y en el aspecto económico la mala alimentación de su ganado. De tal manera el ganado no cumple con los modelos de calidad para la

comercialización en el mercado local; a la vez no contribuye en el bienestar socioeconómico.

1.2. Trabajos Previos.

Arija, (2010, p. 150). En su tesis titulada “MODELO DE SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO PARA PROYECTOS DE COOPERACIÓN AL DESARROLLO CON TECNOLOGÍAS APROPIADAS - UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID, ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA”. Según la simplicidad de un sistema de bombeo directo se puede apreciar en el ensayo un éxito en cuanto a la protección del restablecimiento del modelo de equipos para países que cuenten con recursos económicos minorados.

El uso de un sistema de bombeo directo el cual bombea agua desde un fondeo hasta un tanque de reserva es, una solución estupenda para aquellos pueblos que se encuentran apartados de la ciudad, donde necesiten ciertas cantidades de agua moderada diariamente (abastecimiento de agua potable o regadío).

Cerdán, (2011, p. 114). En su tesis titulada “MODELO DE UN SISTEMA DE BOMBEO SOLAR-EÓLICO PARA CONSUMO DE AGUA EN CABAÑAS ECOTURISTICAS EN LA PITAYA, VERACRUZ, MÉXICO - UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE ANDALUCÍA”. El inconveniente del abastecimiento de servicios en zonas alejadas y/o de difícil acercamiento es común en muchos países, aún en los más desarrollados. En su trabajo de investigación manifestó un proyecto, donde contribuye con los inconvenientes energéticos y de agua potable, brindando soluciones, ya que estos inconvenientes perjudican primordialmente el crecimiento de las sociedades pequeñas también llamadas comunidades, como también a la protección de nuestro medio ambiente. Es por ello al ver dichos problemas, este tipo de tecnologías se vienen estimulando, ya que se han tomado como significativos para nuestra realidad, y es que se define el

futuro del planeta cuando se realiza una utilización razonable y eficaz de la energía.

En el caso específico del Proyecto Ecoturístico Pixquiac se presentaron durante el análisis dos situaciones no previstas que condujeron a que el tamaño del sistema de bombeo resultara ser más grande de lo esperado y que durante varios meses se encuentre sobredimensionado.

En primer lugar el recurso eólico en el sitio resultó ser muy bajo. Con velocidades promedio de viento menores a 4 m/s la máxima potencia producible será menor a 20 watts, esto si se tuviera un aerogenerador cuya eficiencia fuera cercana al límite de Betz la cual no es alcanzada por ninguno de los aerogeneradores que se encuentran actualmente en el mercado.

Al tener poco recurso eólico se solicitará la instalación de un alto número de aerogeneradores para conseguir satisfacer la demanda energética del sistema de bombeo. Esta conclusión eleva la inversión original y es posible que los dueños no puedan pagarla.

Al tener poco recurso eólico podría optarse por un sistema monovalente solar, sin embargo, este sistema estaría sobredimensionado para la mayoría de los meses. El segundo dilema que se presentó en este trabajo: La demanda energética para el mes de febrero es mucho mayor respecto a los meses restantes del año, debido a que durante el mes que hubo mayor demanda energética se debió a las escasas lluvias, por ende se necesita bombear agua en cantidades mayores para el riego de las áreas verdes. Este problema afecta a cualquiera de las tres soluciones basadas en energías renovable que se plantearon en este trabajo. Una posible solución es instalar un sistema basado en fuentes alternas que satisfaga la demanda promedio anual de energía (1273.3 Wh/día) para el sistema de bombeo y utilizar un generador de combustible que produzca la energía extra requerida en los meses que se encuentran por encima de dicho promedio. Analizando la tabla 12, este generador a combustible sólo se utilizaría en los meses de febrero, diciembre y un poco durante marzo. Aunque esto en principio puede sonar como una buena solución, deben considerarse los continuos gastos en combustible y las

afectaciones ambientales producidas por la quema de éste para poder tomar la mejor decisión, la cual finalmente quedará en manos de los dueños.

Piriz, (2013, p. 78). En su tesis titulada “ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y FOTOVOLTAICA AISLADA PARA COMUNIDADES ALEDAÑAS EN PERÚ - UNIVERSIDAD UPC BAERCELONA TECH ESCUELA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS 2013”.

- Para las comunidades aledañas las cuales no tienen acceso a la electricidad se toma como una buena solución a la energía fotovoltaica mediante la innovación del modelo del mencionado.” (región de la costa).
- En la parte andina del Perú, son empleados desde hace mucho tiempo atrás, las termas solares, mientras que en la costa y selva no se empleaban.
- Para prevenir caer en falsas probabilidades entre los beneficiarios, debe tenerse cuidado con los niveles de energía utilizables, basándose en información confiable en recursos.
- Es importante anunciar todo tipo de actos intersectoriales y a múltiples niveles de la administración pública para así contribuir con el ahorro energético basado en fuentes de energía renovable.

Cornejo y Gayoso, (2010, p. 81). En su tesis titulada “EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA HÍBRIDO EÓLICA – SOLAR PARA LA COMUNIDAD DE SAN LUIS EN EL DISTRITO DE PIMENTEL, REGIÓN LAMBAYEQUE - UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO – PIMENTEL 2010”.

Los procedimientos híbridos varían, en las comunidades aledañas que se encuentran lejanas a las redes de distribución eléctrica, a la vez pueden obtener casi en absoluto mediante energías alternativas, tomándose como una primera opción a la solución de la problemática de energía eléctrica. Para la ejecución de los procedimientos híbridos para la

reproducción de energía eléctrica se realiza un análisis donde se deben realizar informes detallados de investigación, principalmente en los recursos disponibles como es el sol y el viento, para ello es imprescindible sugerir el desarrollo de estudios potenciales energéticos en distintas zonas de Lambayeque; para que ello ocurra se debe contar con una empresa con recursos financieros para solventar gastos de instalación y de mano de obra para este tipo de proyectos.

1.3. Teorías relacionadas al tema.

1.3.1. Energía Solar.

Introducción de Termodinámica

“Termodinámica proviene de las voces griegas Thermos, que tiene por significado “calor”, y Dynamis, que significa “fuerza”, específico en su relatividad con el movimiento” (Quezada, 2015, p. 33).

En conclusión se define Termodinámica como la “fuerza del calor”, se expresa como la transformación donde se logra al quemar carbón, madera o petróleo. (Quezada, 2015, p. 33).

La primera Ley de Termodinámica

“La principal energía que se encuentra oculta es uno es una de las más valiosas acepciones en termodinámica. Cuando un cuerpo se resbala con fricción, hace referencia a un cambio de energía, ya que el cuerpo se calienta por ende aumenta su energía interior y al enfriarlo minora dicha energía” (Quezada, 2015, p. 33).

La energía interior puede ser observada de varios modos; comenzando con uno que se fundamenta en los pensamientos de la mecánica. (Quezada, 2015, p. 33)

$$U_2 - U_1 = \Delta U = Q - W \text{ (La Primera Ley de Termodinámica)}$$

La segunda Ley de la Termodinámica

“La desigualdad que existe entre la esencia de la energía interna con la energía mecánica macroscópica, esto hace referencia al principio de la segunda ley de la termodinámica”. (Quezada, 2015, p. 35).

“En el movimiento de un cuerpo, las partículas tienen desplazamiento casuales, a diferencia de un movimiento coordinado en dirección de la velocidad del cuerpo” (Quezada, 2015, p. 35).

“Las energías cinéticas y potenciales ligadas al movimiento aleatorio conforman la energía interna.” (Quezada, 2015, p. 36).

Si la segunda ley no cumpliera, pues ninguna posibilidad viola la primera ley de termodinámica. La primera ley a comparación de la segunda ley es independiente de la naturaleza. (Quezada, 2015, p. 36).

“La transformación de energía es importante en la vida y en la tecnología, por lo tanto la segunda ley menciona sobre la importancia fundamental para el mundo en que vivimos” (Quezada, 2015, p. 37).

Transferencia de Calor

“Las temperaturas de dos cuerpos se igualan, cuando un cuerpo cálido se fricciona con otro frío, podemos apreciar que el primero se enfría y el segundo se calienta” (Quezada, 2015, p. 37).

“La energía transferida, constituye calor, ya que la energía del cuerpo caliente se transfirió al frío”. (Quezada, 2015, p. 37).

“El calor es un fenómeno fugaz. Originalmente ni el cuerpo caliente ni el frío contienen calor pero energía sí” (Quezada, 2015, p. 37)

“Conducción, convección y radiación son los tres modos que expresan que el calor puede trasladarse de un cuerpo a otro”. (Quezada, 2015, p.37).

Conducción

“Este modo se aprecia cuando se transfiere el calor en los sólidos. Esto se aprecia cuando a una vara metálica se le calienta un extremo al punto que incrementa su temperatura, entonces el calor se pasa hasta el extremo más frío” (Quezada, 2015, p. 38)

“Mediante esta teoría se trata de explicar por qué los buenos conductores eléctricos serían buenos conductores de calor”. (Quezada, 2015, p. 38).

Convección

“Cuando se ocasiona un movimiento de fluido, por ejemplo la existencia de diferente temperatura en el interior de un líquido o un gas” (Quezada, 2015, p. 39).

La convección es el calor transferido del movimiento de una parte del fluido a otra, puede ser natural o forzado. La densidad reduce cuando se calienta un líquido o gas, si estos se encuentran gravitatorios, el fluido caliente es menos denso asciende, a diferencia del fluido frío es más denso descendiente. (Quezada, 2015, p. 40)

Radiación

“La radiación es cuando las sustancias intercambia calor, estas pueden estar separadas por un vacío, indispensablemente no deben estar en contacto,” (Quezada, 2015, p. 41).

La radiación se emplea en fenómenos razonables con ondas electromagnéticas, la teoría cuántica explica satisfactoriamente la radiación electromagnética. (Quezada, 2015, p. 41)

“Los cuerpos existentes se manifiestan con una intensidad algo menor, ya que solamente un cuerpo ideal emite radiación, según la ley de Planck.” (Quezada, 2015, p. 42).

“El alcance transmisor del cuerpo, es la aportación de las longitudes de onda a la energía radiante, que corresponde a la cantidad de energía emitida por unidad de superficie del cuerpo y de tiempo” (Quezada, 2015, p.42).

1.3.2 Naturaleza de la Energía Solar.

Aplicaciones y Desarrollo

“De todas las estrellas que se encuentra en la galaxia, el sol está más cercano y es indiscutiblemente el más importante porque sin sol no existiría vida sobre la Tierra” (Quezada, 2015, p. 48).

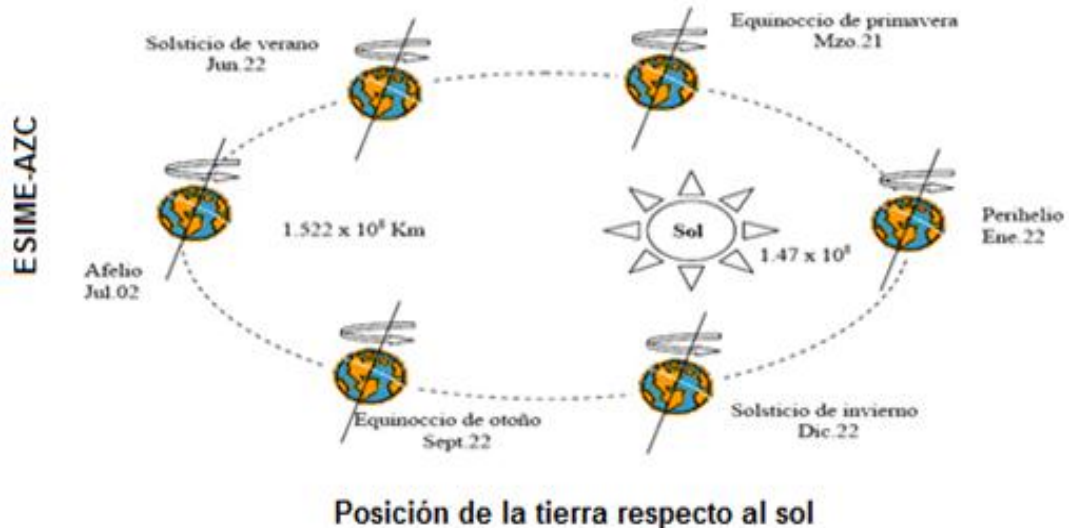
“Las que originan energía e irradiación, son las resistencias nucleares que se originan en el interior del sol.” (Quezada, 2015, p. 48).

Los átomos de hidrógenos que abundan en el sol, se combinan entre sí para procrear átomos de helio a la vez una pequeña parte de dichos átomos, se convierten en energía, la cual fluye desde el interior hasta la superficie (fotosfera) y

desde allí es irradiada al espacio en todas las direcciones.
(Quezada, 2015, p. 49)

“En un solo segundo, el sol irradia mucho más energía que la consumida por todo el género humano” (Quezada, 2015, p. 49).

Figura N° 01



1.3.3 Sistemas Estructuras Solar

“La organización del sol es considerablemente complicada, su temperatura contenida en el núcleo central es variable entre 8 y 40 millones de grados kelvin (°K)” (Quezada, 2015, p. 50).

Posee una densidad que es mayor en 80 y 100 veces a la del agua, lo cual genera el 90% de la energía total. (Quezada, 2015, p. 50)

“Si se da un trayecto radial, a partir del centro, igual a 0.7 (Rankin) la temperatura reduce considerablemente a unos 130 000 °K en donde la densidad es del orden de 0.07 g/cm^2 ” (Quezada, 2015, p. 50).

“Después de la fotósfera, se ubica una transparente atmosfera solar y se puede observar cuando sucede un eclipse solar, aquí se ubica una zona de gases fríos y constituyen la capa inversora o de inversión” (Quezada, 2015, p. 50).

La cromósfera a partir de 10 000 Km de espesor, encontramos los gases a una mayor temperatura y con una densidad menor que los de la fotosfera. (Quezada, 2015, p. 51)

1.3.4 Radiación Solar sobre el área de la Tierra

“En la irradiación del sol parcialmente llega a la superficie de la tierra, aun en condiciones de cielo claro” (Quezada, 2015, p. 54).

“La atmosfera está conformado por una masa gaseosa, tiene una altura no puede determinarse y es menor a millonésima parte de la masa del planeta” (Quezada, 2015, p. 54).

Solo la radiación solar extraterrestre que abarca entre $0.29\mu\text{m}$ y $2.8\mu\text{m}$ es trasferida con atenuaciones a la superficie de la tierra, debido a los fenómenos de absorción por (O_2), (H_2O) y (CO_2) así incluso de otros elementos en la atmosfera: Moléculas de aire, polvo. (Quezada, 2015, p. 55)

“Se concibe a la energía radiante como una línea de partículas denominadas fotones y que se transportan en ondas transversales a la velocidad de la luz. Los fotones posee una longitud de onda (λ) y un monto de energía (E)” (Quezada, 2015, p. 55).

Tabla N° 01

Fuente: www.wikipedia.com/radiacion_solar	Tipos de radiación	Intervalos de longitud de onda (M)	Banda de frecuencia aprox. (Ciclos/S)
	Rayos gama	10^{-4}	3×10^8
	Rayos x	5×10^{-8} a 5×10^{-6}	6×10^{14} a 10^{13}
	Rayos ultravioleta	0.006 a 0.30	9×10^{14} a 10^{10}
	Luz visible	0.35 a 0.75	4×10^{10} a 9×10^{10}
	Infraroja	0.15 a 300	10^{12} a 4×10^{10}
	Corta	1×10^2 a 1×10^1	3×10^8 a 3×10^{10}
	Ondas de radio	1×10^8	3×10^{16}
Tipos de radiación emitidos por el sol			

Las radiaciones se diferencian según las longitudes de onda, con bandas de longitud de onda, el más frecuente es luz o radiación visible, la radiación infrarroja es la que posee longitud de onda de 0.25 a 100 μm aproximadamente. (Quezada, 2015, p. 55)

Tipos de Radiación Terrestre

“Existen tres formas de radiación solar para captar la energía del sol, estas son: radiación directa, difusa o reflejada” (Quezada, 2015, p. 56).

Radiación Directa

“La radiación directa tiene rayos paralelos que provienen directamente del sol. Esta radiación es la que ocasiona sombras en días despejados” (Quezada, 2015, p. 56).

Radiación Difusa

“La radiación está compuesta por rayos distantes no paralelos, el cual produce que el cielo se vea más azul en días despejados y en días nebulosos se vea gris” (Quezada, 2015, p. 56).

Radiación Reflejada

“La radiación reflejada es energía del sol cuando llega a superficies adyacentes, a los edificios o desde el suelo. Todo va depender de la forma y textura de los alrededores” (Quezada, 2015, p. 56).

“La limpieza de la atmosfera y de su contenido de vapor, polvo y humo como también el ángulo de sol, son los que originan su efecto en la energía” (Cruz y García, 2010, p. 5).

“La cantidad relativa de radiación que recibe la tierra disminuye Cuando el sol se encuentra más distante, bajo el cielo; entonces la cantidad de radiación que recibe el suelo terrestre disminuye” (Cruz y García, 2010, p. 5).

“Las nubes y partículas que flotan en la atmosfera reflejan y absorben la energía del sol y a su vez son las encargadas de esparcirlas en todos lados” (Luna y Reyes, 2008, p. 30).

Ángulos Solares

Para establecer el ángulo ideal de inclinación logrando una alta asimilación de energía solar por los módulos fotovoltaicos, se deben establecer los desplazamientos de rotación y traslación de la tierra.” (Arrieta, Izquierdo y Álvarez, 2011, p.101).

“El ángulo de inclinación de la tierra en su eje polar, es 23.45° en el plano de su órbita con respecto al sol” (Arrieta, Izquierdo y Álvarez, 2011, p.101).

“En la geografía solar se habla del concepto zenith, idealizado como una línea perpendicular a la tierra, cuyo ángulo zenith(θ_z) está definido como el ángulo formado entre el sol y el zenith” (Arrieta, Izquierdo y Álvarez, 2011, p.101).

Entonces relacionando δ , θ_z y ϕ :

$$\theta_z = \phi - \delta$$

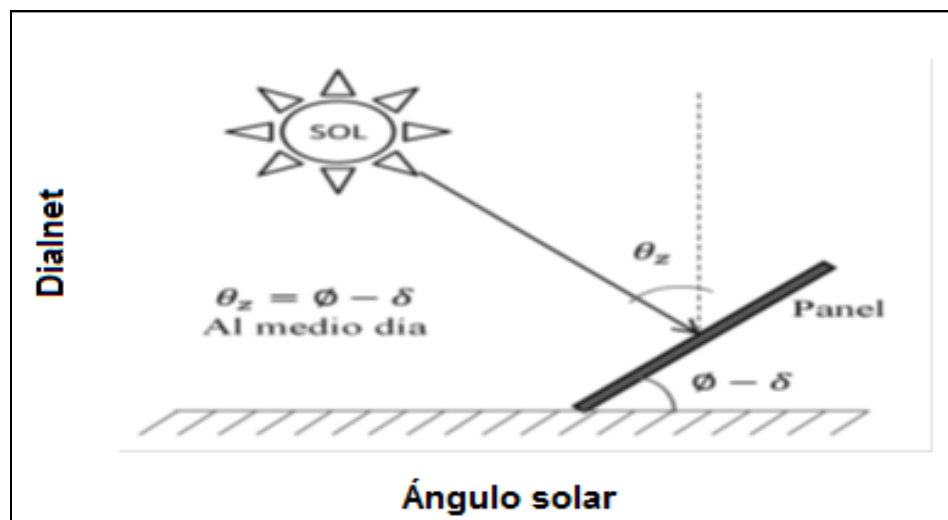
Donde:

ϕ : Latitud del lugar o la distancia angular

Positivo cuando se mide hacia el norte

Negativo cuando se mide hacia el sur” (Arrieta, Izquierdo y Álvarez, 2011, p.102).

Figura N° 02



“Se debe establecer el ángulo de inclinación para los módulos ya que así se ampliará la irradiación solar en el módulo fotovoltaico, para esto se debe recoger datos de radiación solar en posición horizontal” (Arrieta, Izquierdo y Álvarez, 2011, p.102).

“El sol está más alto en el cielo, ya que la distancia es mínima entre la tierra y el sol, a su vez existe menor masa de aire que pueda reducir la radiación directa” (Arrieta, Izquierdo y Álvarez, 2011, p.102).

“El plano será perpendicular a la radiación solar por 2 horas, dado que el sol recorre aproximadamente un ángulo de 15° por hora.” (Arrieta, Izquierdo y Álvarez, 2011, p.102).

1.3.5 Sistemas solares fotovoltaicos

“Son fuentes de energía que utilizan celdas fotovoltaicas para convertir en forma inmediata la energía lumínica en electricidad” (Arrieta, Izquierdo y Álvarez, 2011, p.102).

Entre las ventajas que resaltan de los sistemas solares fotovoltaicos son: no crea contaminación, no gastan inflamables, no producen ruido, posee vida beneficiosa más de 20 años, los cuales son resistentes a condiciones climáticas extremas, no posee partes mecánicas, permite aumentar la potencia instalada incorporando nuevos módulos.

La Célula Solar

“El generador es el principal elemento para cualquier instalación de energía proveniente del sol, y tiene el nombre de célula solar” (Componentes de una instalación solar fotovoltaica_ mheducation, p. 12).

“La célula adquiere el comportamiento de un diodo:” (Componentes de una instalación solar fotovoltaica_ mheducation, p. 12).

Criterios de la Célula Solar

“Cuando incide la radiación del sol con la unidad, es producida la corriente de iluminación, en cuanto a la corriente de oscuridad se da por la combinación de pares electrón y hueco, se genera dentro semiconductor” (Componentes de una instalación solar fotovoltaica_ mheducation, p. 12).

“El límite en tensión es circuito abierto, en extremos de la partícula solar, sin tener” (Componentes de instalación solar fotovoltaica_mheducation, p. 13).

“Cuando el límite de corriente, transita por la partícula del sol, es llamado corriente de cortocircuito, para ello sus terminantes han causado cortocircuitos” (Componentes de una instalación solar fotovoltaica_mheducation, p. 13).

“Cuando la estimación de intensidad varía, es porque la partícula solar tiene una carga enlazada” (Componentes de una instalación solar fotovoltaica_mheducation, p. 13).

La potencia límite de la partícula solar sería:

$$P_m = V_m \times I_m$$

“Permitiéndonos así definir un parámetro de la célula solar llamado factor de forma (FF)” (Componentes de una instalación solar fotovoltaica_mheducation, p. 13).

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$FF = \frac{V_m \times I_m}{V_{OC} \times I_{SC}}$$

1.3.6 Bombeo de aguas subterráneas

Importancia

“Esta tiene un valor más que importante en el desarrollo y subsistencia de pobladores donde no cuentan con la red de agua urbana” (Vélez, 1999, p. 03).

Para abastecer de agua potable, se utiliza el agua subterránea, tanto en viviendas individuales, como en

urbanas, en el agro para riego y para uso animal; de la misma forma este recurso se utiliza en las industrias consumidoras de grandes cantidades de agua. (Vélez, 1999, p. 03)

“El agua subterránea es útil para el consumo humano por la menor contaminación a la que se somete y la capacidad de filtración del suelo que la hace universalmente más pura que las aguas superficiales” (Vélez, 1999, p. 03).

Tabla N° 02

Fuente: Vélez Otálvaro, 1999, p.04		Km³x10⁶	%
	Océanos	1320	97.2
	Glaciares y nieves perpetuas	30	2.15
	Aguas subterráneas a menos de 800m	4	0.31
	Aguas subterráneas a más de 800m	4	0.31
Asignación del agua en la tierra			

EL CICLO HIDROLÓGICO

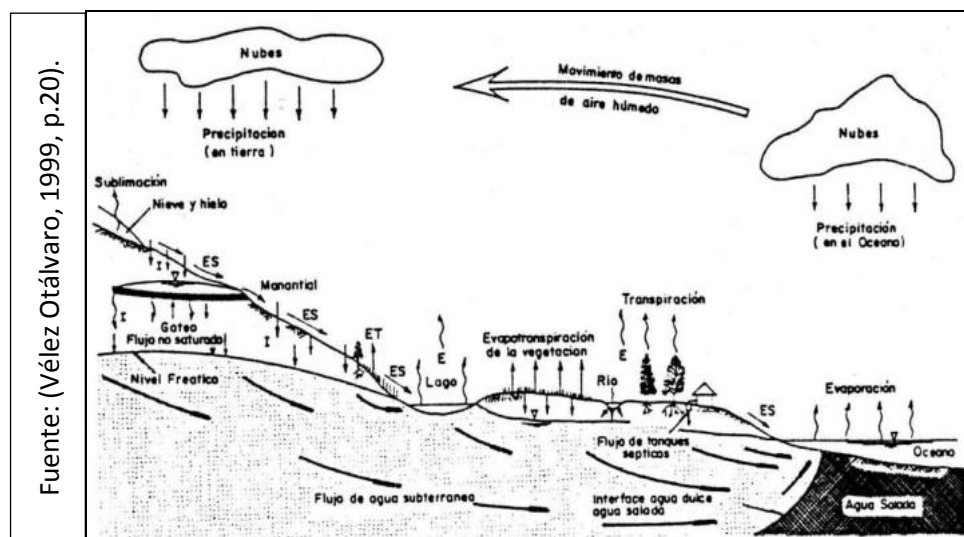
“El agua natural pasa por diversos estados: sólido, líquido y gaseoso” (Vélez, 1999, p. 18).

“El estado líquido del agua se encuentra en la atmósfera, lagos, mares, ríos, lluvia y en el suelo y subsuelo” (Vélez, 1999, p. 18).

En el suelo encontramos distribuida el agua de la siguiente forma: La superficie constituye la zona denominada no-saturada, aquí el agua se encuentra en los vacíos o poros tal igual que el aire y se encuentra sometida a fuerzas de capilaridad; a partir de una cierta profundidad el agua rellena por completo los vacíos del suelo llamándose a ésta zona saturada, donde el agua se somete a fuerzas gravitacionales y a resistencias viscosas. (Vélez, 1999, p.18)

“El agua en estado sólido la encontramos en la nieve, hielo o granizo y el agua en estado gaseoso la forma el vapor de agua vigente en la atmósfera” (Vélez, 1999, p. 18).

Figura N° 03



Ciclo hidrológico del agua

Estación de bombeo

“Emplean el agua y la empujan a una presa, donde encontramos sistemas civiles, equipos, tuberías y accesorios.” (OPS/CEPIS, 2005, p. 03).

Elementos de bombeo de agua

“En los sistemas de agua existen distintos tipos de bombas y aplicaciones. Las bombas centrífugas son las que se utilizan para trasladar agua “(OPS/CEPIS, 2005, p. 12).

“Algunas aplicaciones usan bombas de desplazamiento positivo para por ejemplo dosificar sustancias químicas, muestreo y compresión de aire”

Tipos de Bombas de caudal variable

a) Caudal variable

“Son empleadas para volúmenes grandes, a una tasa de caudal permanente” (OPS/CEPIS, 2005, p. 13).

De acuerdo a la carga, la tasa de descarga varía en esas bombas, necesitan de succión positiva, siendo la centrífuga la más usual. (OPS/CEPIS, 2005, p. 13).

b) Bombas centrífugas Yacientes

“Son colocadas en zonas diferente al chorro de abastecimiento, siendo colocadas en sitios secos, defendiéndose de inundaciones, ventilados.” (OPS/CEPIS, 2005, p. 13).

El empleo de estas bombas se da en cisternas, fuentes superficiales y embalses. Estas son apropiadas para la zona rural, teniendo ventajas en sus costos. (OPS/CEPIS, 2005, p.13)

c) Bombas centrífugas perpendiculares

“El agua crece por etapas debido a los impulsores” (OPS/CEPIS, 2005, p. 14).

Su ubicación debe estar directamente sobre el punto de captación, no utilizando en pozos hondos; tienen grosor reducido, los cuales puedan ser encajados en los pozos. (OPS/CEPIS, 2005, p. 14)

d) Bombas sumergibles

“Tienen la bomba y motor enlazados en forma sólida, funcionando en el punto de atracción;” (OPS/CEPIS, 2005, p.15).

Las desventajas de estas bombas es que poseen eficiencia relativamente, su costo es depreciable, pero su costo de operación es alto. (OPS/CEPIS, 2005, p.15).

Consideraciones que se deben de tener en cuenta:

I. Tipo de abastecimiento

“Las capacidades de las tuberías y equipos deben ser medidas diariamente y medir las horas de bombeo.” (OPS/CEPIS, 2005, p.04).

$$Q_b = Q_{\max}.d. \frac{24}{N}$$

Donde:

Q_b = Caudal de Bombeo, l/s.

$Q_{\max}.d$ = Caudal máximo diario, l/S

N = Número de horas de bombeo

II. Carga dinámica

“Es el aumento de la carga del flujo mediante la bomba; donde se da la adición de la carga de succión más impulsión.” (OPS/CEPIS, 2005, p.04).

$$H_b = H_s + H_i$$

Donde:

H_b = Altura dinámica o altura de bombeo, m.

H_s = Carga de succión, m.

H_i = Carga de impulsión, m.

III. Carga de succión (H_s)

“Se da por el aumento del eje de la bomba con poca agua en la captación, afectado por la pérdida de carga” (OPS/CEPIS, 2005, p.04).

$$H_s = h_s + \Delta h_s$$

Donde:

H_s = Altura de succión, esto es, altura del eje de la bomba sobre el nivel inferior del agua, m.

Δh_s = Pérdida de carga en la succión, m.

“Acotada por la carga neta de succión positiva (NPSH)” (OPS/CEPIS, 2005, p.04).

“El sistema de succión de la bomba, tiene por función NPSH, se calcula en metros de agua,” (OPS/CEPIS, 2005, p.08).

$$NPSH_{disponible} = H_{atm} - (H_{vap} + h_s + \Delta H_s)$$

Donde:

NPSH disponible= Carga neta de succión positiva disponible, m.

H_{atm}= Presión atmosférica, m.

H_{vap}= Presión de vapor, m.

H_s= Altura estática de succión, m.

ΔH_s= Pérdida de carga por fricción de accesorios y tubería, m.

“Para impedir el riesgo de la cavitación por presión de succión” (OPS/CEPIS, 2005, p.08).

Se cumple que:

$$NPSH_{disponible} > NPSH_{requerida}$$

IV. Carga de impulsión

“Es la desigualdad de elevación entre el nivel máximo de las aguas en el sitio de llegada y el eje de las bombas más la pérdida de carga de la tubería de impulsión” (OPS/CEPIS, 2005, p.09).

$$H_i = h_i + \Delta h_i$$

Dónde:

h_i = Altura de impulsión

Δh_i = Pérdida de carga en la tubería de impulsión

“Reemplazando las ecuaciones de carga de succión e impulsión en la ecuación de altura manométrica total” (OPS/CEPIS, 2005, p.09).

Bombeo de eje yacente y de eje perpendicular:

$$Hb = hs + hi + \Delta hs + \Delta hi$$

Bombas sumergibles:

$$Hb = hi + \Delta hi$$

V. Potencia del equipo de bombeo

Fórmula para calcular la potencia de la bomba con la del motor:

$$\frac{Pb = Qb \cdot Hb}{76 \cdot \eta}$$

Donde:

Pb= Potencia de la bomba y del motor (HP).

Qb= Caudal de bombeo (l/s).

Hb= Altura manométrica total (m).

η = Eficiencia del sistema de bombeo, $\eta = \eta_{motor} \cdot \eta_{bomba}$

La bomba elegida debe impulsar el volumen de agua para la altura dinámica deseada, con una eficiencia (η) mayor a 70%. (OPS/CEPIS, 2005, p.11).

Normatividad energética

Para el desarrollo del presente estudio de investigación se tendrá en consideración normas internacionales como nacionales:

- ✓ Ley General de Electrificación Rural, respalda el aumento seguro de la frontera eléctrica y el abastecimiento de un servicio público con modelos de calidad, seguridad, y sostenibilidad en beneficio del País.

- ✓ Ley de Promoción del Uso Eficiente de la energía y su reglamento.
- ✓ D.L. 1002-2008 Promoción de la generación de electricidad RER, la cual define como recursos energéticos renovables a las fuentes de Energía Renovable No Convencional: Solar, Eólico, Geotérmica, Biomasa e Hidroeléctrica hasta 20MW.

1.4 Formulación del Problema.

¿Cómo influye la propuesta de una instalación fotovoltaica en el bombeo de agua subterránea en vivienda del caserío la laguna distrito Morrope?

1.5 Justificación.

1.5.1 Justificación Económica.

La energía solar se ha convertido actualmente en una pieza primordial, para el acceso a la energía eléctrica en diversas zonas, especialmente alejadas, si controlamos el consumo de energía, y contamos con una excelente observación energética, y contamos con una buena tecnología entonces obtendremos una ventaja competitiva con una significativa reducción de costos y por consiguiente obtener una deseable calidad de vida para las personas.

Ya que no se estaría realizando ningún pago por concepto de uso de la energía primaria, solo en la inversión de las instalaciones (radiación solar). El agua subterránea es un recurso que por naturaleza presenta problemas económicos externas cuando su extracción causa un descenso general de niveles que afecta los costos de bombeo de agua en los pozos de una determinada región.

1.5.2 Justificación Social.

Es relevante desarrollar investigaciones sobre la energía solar en los centros de investigación, para beneficio del país.

Este tipo de tecnología (Uso de paneles solares) incrementa, incentiva y permite la electrificación de aquellos lugares aislados donde es inviable la electrificación por el sistema eléctrico interconectado nacional (SEIN).

Como también al implementarse un sistema de bombeo de agua subterránea, este ayudaría a incrementar la cobertura de las necesidades básicas que en toda comunidad deberían de contar; se estaría parcializando la condición de vida con aquellas personas que cuentan con el servicio de agua potable, donde también se estaría impulsando la agricultura y ganadería como medio de sustento económico de las familias de la comunidad anteriormente mencionada y aledañas.

1.5.3 Justificación Tecnológica.

Esta investigación es muy útil porque permite producir energía eléctrica mediante una tecnología avanzada guía solar que permitirá establecer una producción energética. La energía solar fotovoltaica ha despertado el interés por realizar investigaciones en los lugares con mayor potencial aprovechable y así interconectar las nuevas fuentes al sistema tradicional, de forma segura y eficiente.

1.5.4 Justificación Ambiental.

El beneficio principal de las centrales fotovoltaicas es el desplazamiento de generación con centrales térmicas utilizando combustibles fósiles, debido a que generación solar no emite gases contaminantes al medio ambiente. Esto resulta muy beneficioso para nuestro planeta y en especial para el ser humano.

La instalación de sistemas de generación solar producen impactos medioambientales considerablemente menores a los producidos por otros sistemas de generación.

1.6 Hipótesis.

“Si se propone una instalación fotovoltaica entonces mejoraría el bombeo de agua subterránea en una vivienda del caserío la laguna distrito de Morrope 2016”

1.7 Objetivos.

1.7.1 Objetivo general.

“Proponer una instalación fotovoltaica que permita bombear agua subterránea en vivienda ubicada en el caserío la laguna distrito Morrope”.

1.7.2 Objetivos específicos.

- Obtener el registro de mediciones de radiación de la estación meteorológica Senamhi-Chiclayo para determinar su aplicación en la instalación fotovoltaica.
- Determinar la demanda del bombeo de agua necesaria al día que requiere la vivienda.
- Seleccionar el dispositivo de bombeo de agua subterránea para satisfacer el requerimiento.
- Calcular y seleccionar los elementos del sistema fotovoltaico.
- Realizar una evaluación económica para determinar la factibilidad de la instalación fotovoltaica.

2. MÉTODO.

2.1 Tipo y Diseño de Investigación.

2.1.1 Tipo de Investigación: Por su naturaleza es cualitativa-descriptiva, por que generará un conocimiento que puede ser usado de manera inmediata para dar solución al problema de investigación.

2.1.2 Diseño de Investigación: Este trabajo es de diseño NO EXPERIMENTAL, porque no se manipula la variable dependiente, esta en función al grado de estudio descriptivo, cuya finalidad es recolectar información para establecer o describir la propuesta fotovoltaica y observar cómo influye en el bombeo de agua subterránea de manera factible o no factible en una vivienda del caserío la laguna distrito de Morrope 2016.

2.2 Variables y Operacionalización.

2.2.1 Variables

2.2.1.1 Variable Independiente

Instalación fotovoltaica.

2.2.1.2 Variable Dependiente

Bombeo de agua subterránea.

2.2.2 Operacionalización.

Tabla N° 03

Elaboración propia	VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA DE MEDICIÓN
	Variable Independiente: Instalación fotovoltaica.	Conjunto de elementos eléctricos que aprovechan la irradiación solar como energía primaria para la producción de energía eléctrica.	.Cantidad de luz solar predominante en el lugar de estudio .Demanda requerida por la unidad de bombeo .Determinar un lugar óptimo para la instalación fotovoltaica (central)	Radiación solar Potencia requerida Ángulo óptimo	Piranómetro o solarímetro Vatímetro Teodolito	Razón Intervalo
	Variable dependiente: Bombeo de agua subterránea.	Es la acción de extraer un fluido (agua) por medio de una bomba que lo impulsa al exterior para satisfacer ciertas necesidades.	Cantidad de agua (subterránea) diaria, necesitada para las diferentes actividades propias que se realizan.	Potencia de la bomba Caudal demandado	Caudalímetro	Razón Intervalo

2.3 Población y Muestra.

2.3.1 Población

580 Viviendas del Caserío la laguna.

2.3.2 Muestra

Se tomó como muestra una familia promedio dentro de la zona que obedece a su composición de papa, mama y 3 hijos.

2.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.

En la Técnicas e Instrumentos de recolección de datos de este informe de Tesis son los siguientes:

Tabla N° 04

Elaboración propia	TECNICA	USO	INSTRUMENTO
	ANÁLISIS DOCUMENTARIA	Se estudió información documentada por la estación SENAMHI - Chiclayo, en el período 2015 para conocer la irradiación diaria en la zona de estudio.	Guía de análisis documentaria

Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

La observación directa es una técnica bastante objetiva de recolección mediante la Observación Organizada donde se analizan los acontecimientos fijando que aspectos se han de analizar; con la que se verificó las casas, los habitantes, y lo principal la vivienda (ubicación donde irá la instalación) en la que se realizó los detalles para la propuesta de la instalación fotovoltaica para la mejoraría del bombeo de agua subterránea en una vivienda del caserío la laguna distrito de Morrope 2016.



Ubicación de pozo subterráneo

EN EL CASERÍO LAGUNAS



VIVIENDA DONDE SE UBICA EL POZO



POZO TUBULAR

2.4.1 Validez.

Se refieren a la medida en que los resultados de la prueba se relacionan con alguna otra medida de la misma aptitud.

2.4.2 Confiabilidad.

Es cuando en forma real y objetiva lo que se quiere medir, aplicando en varias oportunidades y obteniendo el mismo resultado.

2.5 Métodos de análisis de Datos.

2.5.1 Plan de análisis estadístico de datos.

Al tener recaudar los datos se analizarán e interpretarán los resultados, donde se seguirá: Revisión y recopilación de la información, donde se hará la verificación de los registros de información.

2.5.2 Análisis de los datos

Se analizará los datos mediante la estadística descriptiva y fijando los porcentajes mediante el uso de hojas de cálculo.

2.6 Aspectos Éticos.

Tabla N° 05

ELABORACIÓN PROPIA	CRITERIOS	CARACTERÍSTICAS ÉTICAS DEL CRITERIO
	Confidencialidad	Protección de la identidad de las instituciones que brinden información.
	Objetividad	El análisis de la situación se basa en criterios técnicos.
	Originalidad	Se citarán las fuentes bibliográficas de la información.
	Veracidad	La información será verdadera, cuidando la confidencialidad.
	Derechos laborales	La solución propiciará el respeto a los derechos laborales en la institución donde se recopile la información de estudio.

3. RESULTADOS.

3.1 Obtener el registro de mediciones de radiación de la estación meteorológica Senamhi-Chiclayo para determinar su aplicación en la instalación fotovoltaica.

Se obtuvieron los registros de la subestación meteorológica Chiclayo (revisar el anexo 1) donde se promediaron los niveles de radiación obteniéndose la siguiente tabla:

TABLA N°06

	MAYO	JUNIO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
Promedio (Kw.h/m2 día)	4.66	5.92	5.38	5.25	5.28	5.57	5.7

Para esta investigación se determinó trabajar con la radiación más crítica teniendo en cuenta que si se diseña el sistema bajo esta radiación no tendrá problemas en generar la energía requerida durante los siguientes meses que son los que tienen mayores valores de radiación el mes determinado es:

Mes	Mayo
Radiación promedio	4.66

3.2 Determinar la demanda del bombeo de agua necesaria al día que requiere la vivienda.

La demanda de dotación de agua se considera en base a los habitantes de la muestra (una familia promedio compuesta por 5 habitantes), de acuerdo el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia y la Organización Mundial de la Salud, el consumo de agua mínimo sugerido por persona es de 20 litros al día de una fuente que se encuentre a, máximo, un kilómetro del hogar.

Cantidad de personas	5	
Dotación por persona	50	L/d
Dotación total	250	L/d

Considerando la zona se establecen 3 días de autonomía para que la vivienda este abastecida de agua aun cuando no exista la suficiente radiación que puede lograr el bombeo de agua, para esto se calcula la dotación de agua para tres días lo que hace un volumen de 750 L.

3.3 Seleccionar el dispositivo de bombeo de agua subterránea para satisfacer el requerimiento (revisar el anexo 3).

Considerando que se tendrá 4.66 horas para abastecer una dotación de agua de 750 L el caudal requerido ser de:

Volumen del tanque	750	litros
	0.75	m ³
HPS	4.66	h
Caudal de diseño	0.161	m³/h
	0.000045	m³/s

Para determinar la potencia de la bomba se requiere no solo la potencia necesaria para abastecer el caudal establecido sino también para vencer las pérdidas de la instalación generada por alturas tanto geodísticas como de pérdidas para esto primero se determinó el recorrido de las tuberías y las alturas considerando la ubicación del pozo y la ubicación del tanque calculado:

NIVEL ESTATICO (m)	3.3
ABATIMIENTO (m)	0.5
ALTURA DE DESCARGA (m)	4.2
CARGA ESTATICA (m)	8

CARGA POR FRICCION (m)	0.24
CARGA ESTATICA (m)	8
CARGA DINAMICA TOTAL (m)	8.24

La potencia de la bomba la calculamos con la ecuación:

$$Pot = \rho \times g \times CDT \times Q$$

Con lo que obtenemos una potencia requerida para el bombeo de:

POTENCIA TEORICA DE LA BOMBA	3.6433	w
------------------------------	--------	---

El único criterio de selección aparte de cumplir con los requerimientos es que este en existencia en los mercados locales, para esto se seleccionó de un proveedor en el área (Lambayeque) la bomba sumergible para bombeo solar:

BOMBA SUMERGIBLE SOLAR – SHURFLO 9300

3.4 Calcular y seleccionar los elementos del sistema fotovoltaico (revisar el anexo 4).

Normalmente en un sistema fotovoltaico se gestiona el cálculo de paneles, controlador de baterías, acumuladores e inversores; en el concepto de riego solar fotovoltaico solo se realizara el cálculo de los paneles solares considerando los siguientes criterios:

- ✓ No requiere almacenamiento de energía ya que el bombeo lo realizara durante las horas de sol, para llenar el reservorio que considera los días no soleados.
- ✓ La bomba es para bombeo solar por lo que su tensión de trabajo será en corriente continua lo que no requerirá usar inversores.

Considerando estos criterios determinamos el tiempo de trabajo real de la bomba:

volumen del tanque	750	L
caudal de la bomba	432	L/h
tiempo de llenado	1.73611111	h
Tiempo (redondeado)	1.8	h

La energía requerida:

Potencia de la bomba	65	W
Tiempo	1.8	h
Energía requerida	117	Wh

Aplicando un factor global de pérdidas:

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) \times \left(1 - \frac{K_a \times N}{P_d}\right) = 0.785$$

Se corrige obteniendo:

$$E = \frac{E_T}{R} = 149 \text{ Wh}$$

Obteniendo una potencia para el campo solar

Energía corregida	149.044586	Wh
Tiempo	1.8	h
Potencia del campo	82.8025478	W

Dicha potencia se cubrirá con un solo panel solar PANEL SOLAR DE LA MARCA SOLARLAND, MODELO SLP120S-12U.

En cuanto al controlador se usara el descrito por afinidad para la bomba seleccionada: CONTROLADOR LCB-G75.

3.5 Realizar una evaluación económica para determinar la factibilidad de la instalación fotovoltaica (revisar anexo 5)

Para la evaluación económica se generó un presupuesto de instalación y montaje teniendo unos totales de:

MATERIAL Y EQUIPOS	S/. 3,466.90
MONTAJE	S/. 1,010.00
TOTAL	S/. 4,476.90

Se realizó el análisis económico tomando como ingresos el gasto que tendría una casa dentro del distrito si contara con el servicio de agua potable, se consideraron los siguientes criterios:

Costo anual agua	S/. 108.81
Costo anual energía	S/. 68.03
Costo por mantto.	S/. 120.00
	S/. 296.84

Se estableció un análisis económico en un tiempo de 25 años, tiempos estimado que durar el sistema de bombeo solar fotovoltaico obteniéndose como resultado de los evaluadores:

VAN	S/. -2,148.72
TIR	4%

Para una tasa interna de retorno de 12%, como se observa que estos evaluadores son negativos se consideró la posibilidad de que se gestión parte de la inversión por algún organismo gubernamental o no gubernamental, para lo cual deberían invertir un monto de S/. 2 200.00 como mínimo para obtener evaluadores positivos:

VAN	S/. 51.28
TIR	12%

4. DISCUSIÓN

En la presente tesis se investigó la propuesta de instalación fotovoltaica, para el bombeo de agua subterránea en vivienda ubicada en el caserío la laguna distrito de Morrope, con datos meteorológicos tomados de la estación SENAMHI – Lambayeque, por ser la más cercana a la ubicación del proyecto, logrando recopilar mediciones por meses para el periodo 2015 y periodo 2016, y Con base a esta data meteorológica se evaluaron las especificaciones de la instalación fotovoltaica.

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran existencia de correlación directamente proporcional en irradiación solar, guardando relación con la teoría consultada. Esto significa una mayor generación de energía eléctrica para alimentar a la bomba y tenga un buen funcionamiento.

La validez de los datos obtenidos se corrobora por la institución radiación solar atlas del Perú, y SENAMHI, y sus respectivas bases de datos. Pero la calidad de estos se encuentra limitada por las pocas mediciones a las que se tuvo acceso, siendo posible solo el procesamiento de la data para el periodo 2015-2016.

El desarrollo del presente proyecto y los resultados obtenidos son de aplicación para emplazamiento de similares características, mientras que a diferentes regiones o condiciones climatológicas, no se recomienda el uso de estos resultados para sistemas en los que varía los factores influyentes al momento de realizar los cálculos, ya que esto significaría una gran diferencia.

Se comparó los resultados obtenidos en el presente proyecto con los mostrados en proyectos de similar envergadura, para no obtener grandes diferencias al momento de contrastar la información, se seleccionaron los siguientes proyectos:

Rodríguez Marcos Víctor, (España – 2014) en su tesis titulada “Instalación

Solar Fotovoltaica para una Casa Rural en Ucieda” muestra los resultados para una Instalación solar fotovoltaica para una vivienda rural en Ucieda con una potencia unitaria de 3.76 kW, lográndose una inversión total de 18.175,91 euros (63. 249,66 Soles), asimismo los resultados de la evaluación económica arroja resultados de valor actual neto de 947, 86 euros (3270,11Soles) y el tiempo estimado en recuperar la inversión realizada será de 20 años que tenga que transcurrir para recuperar el dinero de la inversión. Teniendo en cuenta que la instalación está prevista para una duración de 25 años, tendremos el resto de la existencia de la misma como gastos únicamente los debidos al mantenimiento.

Las limitaciones que tuvo esta investigación fueron la baja calidad de los datos consultados, el corto periodo de tiempo de las mediciones. Otra de las limitaciones fue la ubicación del emplazamiento, por estar ubicado en otro departamento, se dificultó las constantes visitas al lugar de influencia.

5. CONCLUSIONES

- Los datos de radiación se obtuvieron de la Base Meteorológica de Chiclayo, la cual nos da como mes crítico Mayo con una radiación promedio de 4.66 Kw.h/ m^2 día.
- La Necesidad actual de agua de la familia es de 750L por día, considerando que se abastecerá para 3 días sin sol.
- La Bomba sumergible solar SHURFLO-9300 de corriente continua. Con una potencia de 65 w, caudal de 432 litros por hora, altura de bombeo 12.2 metros.
- El sistema fotovoltaico solo cuenta con PANEL SOLAR DE LA MARCA SOLARLAND, MODELO SLP120S-12U, el cual tiene una potencia de 120W, que trabajara con el controlador SHURFLO LCB-G75
- El costo del Sistema Fotovoltaico será de S/. 4,476.90, si consideramos los ingresos de una casa normal por el consumo de agua domiciliaria y de energía esta tiene anualmente un gasto de S/. 296.84. con lo que se consiguen evaluadores económicos negativos VAN S/. -2,148.72 y TIR 4%.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda, realizar mediciones con equipos piranométricos en la zona del estudio, con el fin de obtener mejora calidad de datos meteorológicos.
- Se recomienda racionar el consumo de agua a los mínimos necesarios en los meses de baja radiación, durante la época de invierno.
- Se recomienda seguir las indicaciones del proveedor para el respectivo mantenimiento preventivo de la bomba con el fin de evitar futuros mal funcionamiento.
- Según la evaluación económica el proyecto no es rentable pero si se consigue financiamiento para la inversión inicial de por lo menos S/. 2 200.00 se consiguen evaluadores económicos positivos VAN S/. 51.28 y TIR 12%.

7. BIBLIOGRAFÍA

ENERGÍA solar y hidraulica en Perú - Delta Volt [Mensaje en un blog]. Lima: Pérez, J., (09 de Abril de 2014). [Fecha de consulta: 05 de Junio de 2016]. Recuperado de: <http://deltavolt.pe/energia-renovable/energia-solar>.

ARIJA Catrina, David. Prototipo de sistema de bombeo fotovoltaico para proyectos de cooperación al desarrollo con tecnologías apropiadas. Tesis (Magister en ingeniería). Madrid: Universidad Carlos III de España, Escuela Politécnica Superior Departamento de Ingeniería Eléctrica, 2010. 150 pp.

ENERGÍA solar y eólica en Perú - Delta Volt [Mensaje en un blog]. Sevilla: Vázquez, J., (12 de Abril de 2013). [Fecha de consulta: 11 de Junio de 2016]. Recuperado de: <http://deltavolt.pe/energia-renovable/energia-solar>.

ARRIETA Izquierdo, Mario. Optimización del sistema de bombeo de agua. Tesis (Para obtener el título de Ingeniero Mecánico). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de ingeniería, 2014. 133 pp.

ÁLVAREZ Gonzales, Ramón. Diseño de un Sistema de Bombeo. Tesis (Magister en Ingeniería Mecánica). Veracruz: Universidad nacional de Andalucía, facultad de ingeniería, 2011. 120 pp.

BELLINO Carrero, Norberto. Aguas Subterráneas, Conocimiento y Explotación. Tesis (título de Ingeniero Mecánico). Buenos Aires: Universidad Nacional de Argentina, Facultad de Ingeniería, 2012. 227 pp.

BALLENA Jara, Ricardo. Diseño de un Sistema de Bombeo. Tesis (Ingeniería Mecánica). Lima: Universidad nacional de Ingeniería, facultad de ingeniería, 2014. 180 pp.

BECERRA Vargas, Luis. Aguas Subterráneas. Tesis (título de Ingeniero Mecánico). Sevilla: Universidad de Sevilla, Facultad de Ingeniería, 2014. 200 pp.

CERDÁN Gómez, Ana. Diseño de un sistema de bombeo solar-eólico para consumo de agua en cabañas ecoturísticas en la pitaya. Tesis (Magister en Ingeniería Mecánica). Veracruz: Universidad Internacional de Andalucía, Facultad de Ingeniería, 2010. 126 pp.

CORNEJO Gayoso, Luis. Evaluación técnica y económica para la generación de energía eléctrica híbrido eólica – solar para la comunidad de san Luis en el distrito de Pimentel, región Lambayeque. Tesis (Ingeniero Mecánico). Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo – Pimentel, Facultad de Ingeniería, 2010. 97 pp.

COMPONENTES de una instalación solar fotovoltaica_ meducarían [Mensaje en un blog]. Lima: Fernandez, C., (12 de Abril de 2014). [Fecha de consulta: 11 de Junio de 2016]. Recuperado de:
<http://assets.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>.

CENTRALES de Bombeo [Mensaje en un blog]. Lisboa: Palou, C., (10 de Abril de 2012). [Fecha de consulta: 11 de Julio de 2016]. Recuperado de
<http://www.buenastareas.com/materias/tesis-sobre-sistemas-de-bombeo-de-agua/0>

CASTRO Olivey, Víctor. Proyecto de un aprovechamiento de energías renovables. Tesis (Ingeniero Electricista). México: Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior De Ingeniería Mecánica Eléctrica, 2011. 170 pp.

CHÁVEZ Cieza, Zoila. Diseño de sistema de bombeo de agua subterráneas. Tesis (Ingeniería Mecánica). Madrid: Universidad Internacional de Madrid, Facultad de Ingeniería, 2014. 139 pp.

ENERGÍA renovable [Mensaje en un blog]. Madrid: Sánchez, J., (15 de Mayo de 2012). [Fecha de consulta: 11 de Julio de 2016]. Recuperado de <http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/1342-central-bombeo>

ENERGÍA hidráulica [Mensaje en un blog]. México: Ramoz, p., (10 de Mayo de 2012). [Fecha de consulta: 13 de Julio de 2016]. Recuperado de: <http://www.eoi.es/blogs/mermesev/page/2/>

FERNÁNDEZ Castrejón, Juana. Una aproximación al aprovechamiento de las energías Renovables. Tesis (Proyecto fin de carrera). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica superior de Ingenieros Industriales, 2012. 160 pp.

GARCÍA Butrón, Carola. Bombeo de aguas subterráneas: Evaluación de su Potencial Factibilidad Ambiental. Tesis (Licenciada en Biología Marina). Santiago: Universidad Austral de Chile, Escuela de Biología Marina, 2011. 200 pp.

IZQUIERDO Pinares, José. Optimización del sistema de bombeo de agua. Tesis (Para obtener el título de Ingeniero Mecánico). Santiago: Universidad de Santiago de Chile, facultad de ingeniería, 2012. 150 pp.

SISTEMAS de Bombeo [Mensaje en un blog]. Caracas: Aragón, F., (28 de junio de 2012). [Fecha de consulta: 11 de abril de 2015]. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/161esp-diseno-estbombeo.pdf>

PINILLA Lozano, Gustavo. Energías Renovables [en línea]. 2ª. ed. Madrid: Reverte, Inc., 2011 [Fecha de consulta: 19 de Abril de 2016]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=bl6L8E_9t1kC&pg=PA510&dq=poten

cia+de+una+ola&hl=es-

419&sa=X&ved=0ahUKEwjRtcm3h6PMAhUK6yYKHdleAfoQ6AEIODAG#v=onepage&q&f=false

ISBN: 978-84-291-7912-5

8. ANEXOS

ANEXO 1.- OBTENER LOS DATOS DE RADIACION DE LA ZONA

1.1. Descripción del lugar donde se desarrolla la investigación

La investigación se desarrolló en:

- Departamento : Lambayeque
- Provincia : Lambayeque
- Distrito : Morrope
- Caseríos : La Laguna
- Coordenadas GPS :

Latitud : -6.52472

Longitud : -79.9461

Google Earth [En línea].



Ubicación de pozo subterráneo

1.2. Radiación solar

El instituto nacional de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú tiene en Chiclayo una estación meteorológica de la cual se obtuvo los datos de radiación de la zona, otra alternativa era el Atlas Solar del Perú pero no fue considerado por ser su última actualización el año 2003

La siguiente tabla muestra los niveles de radiación de la estación meteorológica Chiclayo:

Fuente: SENAMHI Estación Chiclayo	Radiación Diario del Mes de Mayo del 2015 (Kw.h/m2 día)																															Promedio (Kw.h/m2 día)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		4.66	
	5.5	3	2.5	9.2	3.5	6	1.4	5	2.5	3.2	3	1.8	5.7	5.3	5	0.8	1.1	1.3	0.7	3.3	3.3	4.5	10	10.2	0.6	5.2	7.2	8.1	7.7	9			
	Radiación Diario del Mes de Junio del 2015 (Kw.h/m2 día)																															Promedio (Kw.h/m2 día)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	5.92	
	10	10	10	9.9	0.7	8.7	9.1	10.1	5.7	7.5	3.8	1.9	3.7	7	5	1	2.1	5.5	7	8.8	0.7	7.4	5.5	2.2	3.9	1.3	4	4	10	5	9		
	Radiación Diario del Mes de Enero del 2016 (Kw.h/m2 día)																															Promedio (Kw.h/m2 día)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	5.38	
	9.5	7.5	7.7	7.7	5.4	9.2	8.3	10.2	9.7	2.5	9	3.8	2.5	5.5	4.8	7.3	10.8	5	9.4	0.7	4.5	8.5	5.3	0	5.7	5.7	5	4.7	8.7	5.2	5.7		
	Radiación Diario del Mes de Febrero del 2016 (Kw.h/m2 día)																															Promedio (Kw.h/m2 día)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	5.25	
	0.7	4.5	0	1.1	1	9.3	7.1	1.2	2.4	9.8	9	3.5	9.5	8.5	8.9	8.5	5.7	5	9	10	8	8.4	4.2	5.7	8.5	8.5	8.1	7.8					
	Radiación Diario del Mes de Marzo del 2016 (Kw.h/m2 día)																															Promedio (Kw.h/m2 día)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	5.28	
	7.1	5.1	0.9	2.5	8.3	3.2	8.2	5.4	9.8	8	2.8	7.5	2	5.5	2	4	0	4.7	5.2	9.5	0.5	5.2	5.8	5.2	9.3	7	2.8	4.2	0.3	8.2	10		
	Radiación Diario del Mes de Abril del 2016 (Kw.h/m2 día)																															Promedio (Kw.h/m2 día)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		5.57	
	8.3	2.5	8.7	8.4	7.9	9.8	5.2	5	3.5	7	9.5	9.7	9.1	7.2	5.8	9.7	7.2	5	8.5	7	4.2	1.9	8.7	5.5	0	8.8	4.3	9.3	5.6	4.5			
	Radiación Diario del Mes de Mayo del 2016 (Kw.h/m2 día)																															Promedio (Kw.h/m2 día)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	5.70	
4.2	7	5.8	4	0	4.5	7.5	3.2	5.7	9	8.7	3	5.9	5.7	5.8	7.5	9.2	8.7	2.8	0.9	2.8	8.5	3.1	7.1	5	1.8	9.7	9.2	8.7	5.7	1.7			
DATOS DE LA IRRADIACIÓN DIARIO 2015-2016																																	
Radiación Diario del Mes de Mayo del 2015 (Kw.h/m2 día)																																	

Para el estudio se generó un promedio de cada mes obteniéndose:

	MAYO	JUNIO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
Promedio (Kw.h/m2 día)	4.66	5.92	5.38	5.25	5.28	5.57	5.7

Considerando estas medidas las medidas proporcionadas Senamhi para el presente estudio se consideró el mes con promedio de radiación más débil ya que se basó en el criterio de abastecer la energía requerida con la menos radiación existente durante todo el año.

Mes	Mayo
Radiación promedio	4.66

ANEXO 2.- DEMANDA DE AGUA REQUERIDA

2.1 Recurso hidrológico

El abastecimiento de agua para la vivienda en estudio se toma de un pozo por el cual se ha abastecido esta vivienda y las cercanas durante los 15 años que la familia lleva viviendo en la zona por lo que se toma como consistente el abastecimiento de este pozo para la investigación.



Elaboración propia



El pozo tubular pertenece a los estudios hidrológicos realizados para el del proyecto Olmos, cuya información fue brindada por el Ministerio de Agricultura y Riego, dirección Lambayeque, donde se muestra las características hidrogeológicas para nuestro proyecto.

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego	Grupo	Pozo 7G
	Diámetro	6"
	Profundidad	80m
	Resistividad	11 - 13 Ω
	Nivel estático del agua	3,3m
	Caudal	2 - 3 L/s
Características del pozo		

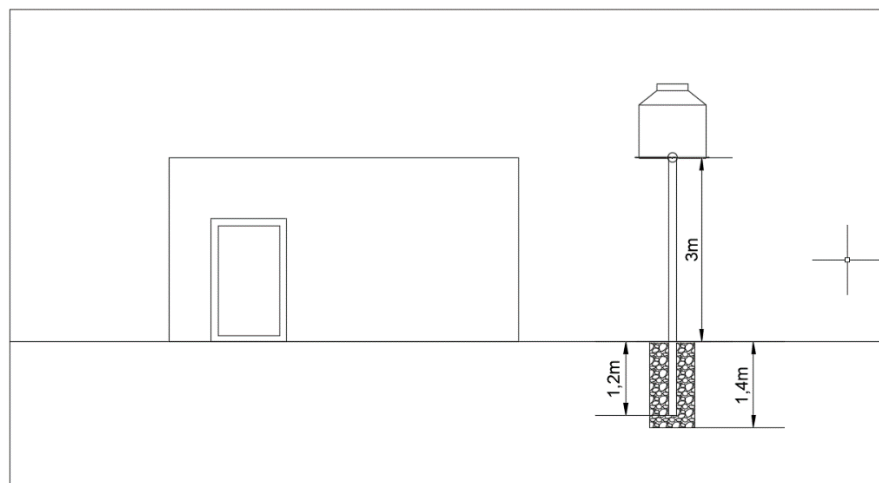
2.2 Demanda De Agua

Para determinar la demanda de agua es necesario determinar para que será su consumo, en esta investigación quedó establecido que se usara para una familia de la zona la que corresponde a 5 personas siendo estas padres (papa y mama) y tres hijos, este dato de familia promedio se obtuvo del Instituto Nacional de Estadística e Informática, y de acuerdo con organismos como el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia y la Organización Mundial de la Salud, el consumo de agua mínimo sugerido por persona es de 20 litros al día de una fuente que se encuentre a, máximo, un kilómetro del

hogar. Esta cantidad sería suficiente para beber y para la higiene personal básica, pero se incrementa a 50 litros si se consideran las necesidades de agua para el baño y para lavar.

Cantidad de personas	5	
Dotación por persona	50	L/d
Dotación total	250	L/d

Considerando la zona se establecen 3 días de autonomía para que la vivienda este abastecida de agua aun cuando no exista la suficiente radiación que puede lograr el bombeo de agua, para esto se calcula la dotación de agua para tres días lo que hace un volumen de 750 L. Se requerirá una tanque de almacenamiento de polietileno rotoplas de 750 L la vivienda se encuentra al mismo nivel que la apertura del pozo así que este tanque deberá ser instalado a por los menos por sobre la altura del techo de la vivienda, dado que la casa es de un solo piso con una altura de paren de 3 metros el tanque deberá estar a por lo menos tres metros sobre el nivel del suelo soportado por una base.



ANEXO 3.- EQUIPO DE BOMBEO

3.1 Caudal de bombeo

Para calcular el caudal de bombeo se determinó las Horas Pico Solar, en función de la teoría de paneles estos son establecidos en laboratorio para abastecer una irradiación de 1 Kw/m² considerando que en la zona se tiene una radiación mínima al año de 4.66 Kwh/m² la cantidad de horas que el panel podrá entregar su irradiación será de:

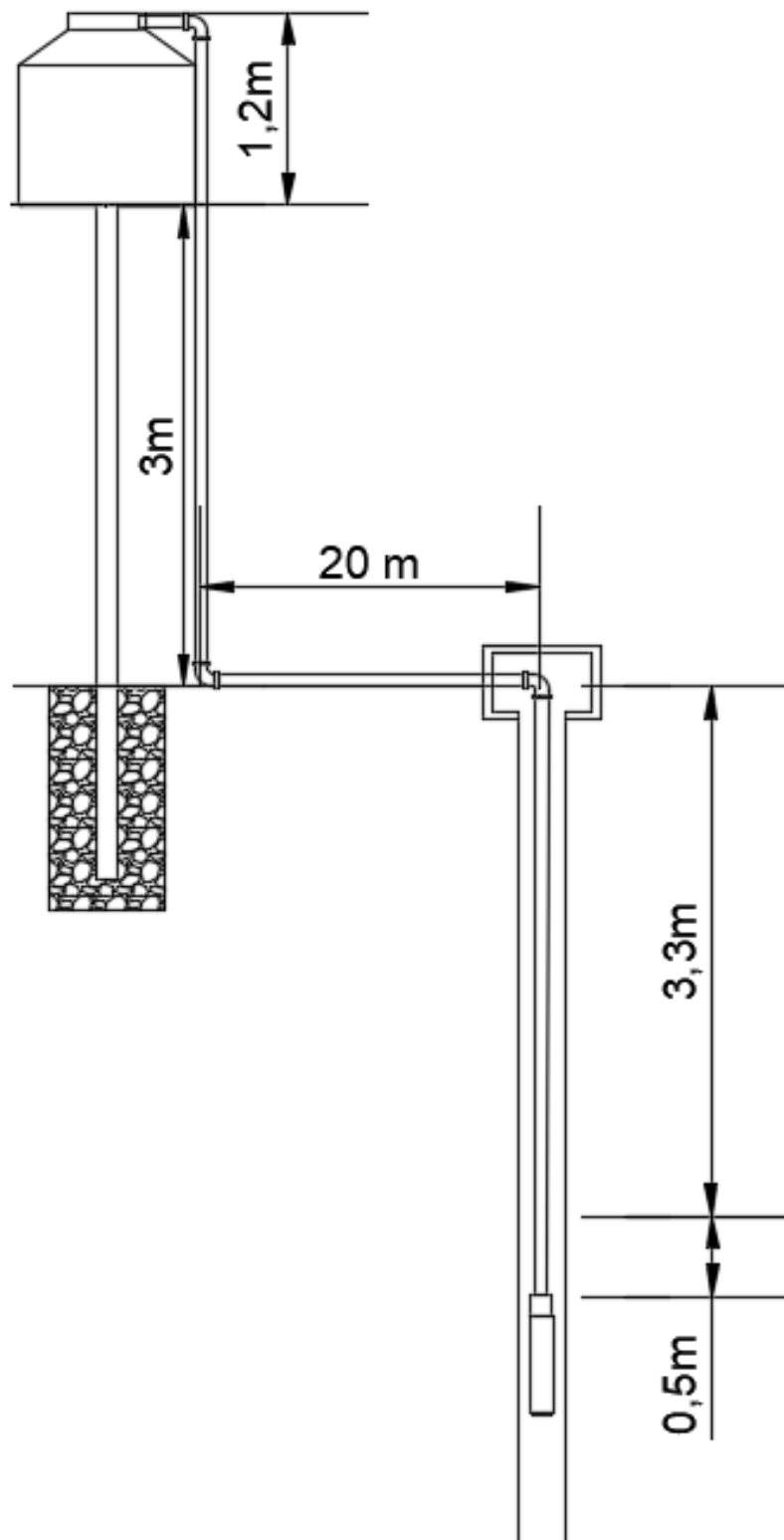
$$HSP = \frac{RADIACION}{IRRADIANCIA DEL PANEL} = 4.66 Hsp$$

Considerando que se tendrá 4.66 horas para abastecer una dotación de agua de 750 L el caudal requerido ser de:

Volumen del tanque	750	litros
	0.75	m ³
HPS	4.66	H
Caudal de diseño	0.161	m³/h
	0.000045	m³/s

3.2 Potencia teórica de bomba

Para determinar la potencia de la bomba se requiere no solo la potencia necesaria para abastecer el caudal establecido sino también para vencer las pérdidas de la instalación generada por alturas tanto geodísticas como de pérdidas para esto primero se determinó el recorrido de las tuberías y las alturas considerando la ubicación del pozo y la ubicación del tanque calculado:



MEDIDAS DE LA INSTALACIÓN

a) Carga estática

La carga estática es la altura geodística que tiene entre el punto de succión y de entrega de caudal, se considera un abatimiento (altura por debajo del nivel estático que podría quedarse sin fluido durante el funcionamiento de la bomba) de 0.5 m ya que el caudal del pozo es 3.3 l/s y el de bombeo será 0.44 l/s el abatimiento será demasiado pequeño por seguridad se le coloca la medida a que hacemos referencia considerando estos datos obtenemos una carga estática de:

NIVEL ESTÁTICO (m)	3.3
ABATIMIENTO (m)	0.5
ALTURA DE DESCARGA (m)	4.2
CARGA ESTÁTICA (m)	8

b) Carga dinámica

La carga dinámica es la carga total que requiere ser impulsada por la bomba es decir la carga estática más las pérdidas por fricción y por accesorios en la tubería, la carga por fricción en la tubería la documentación en bombeo fotovoltaico:

RECORRIDO TOTAL DE TUBERÍA (m)	12
FACTOR DE FRICCIÓN (decimal)	0.02
CARGA POR FRICCIÓN (m)	0.24

La carga dinámica la obtendremos de la suma de la carga por fricción y la carga estática consiguiendo una carga de:

CARGA POR FRICCION (m)	0.24
CARGA ESTATICA (m)	8
CARGA DINAMICA TOTAL (m)	8.24

La potencia de la bomba la calculamos con la ecuación:

$$Pot = \rho \times g \times CDT \times Q$$

Donde

ρ : densidad del agua (1000 Kg/m³)

g : Gravedad (9.89 m/s²)

CDT : carga dinámica total

Q : Caudal requerido

Con lo que obtenemos una potencia requerida para el bombeo de:

POTENCIA TEORICA DE LA BOMBA	3.6433	w
-------------------------------------	---------------	----------

Se aprecia una potencia teoría en la bomba muy pequeña, el motivo es fundamentalmente el pequeñísimo caudal diario que se requiere.

3.3 Selección de la bomba

De acuerdo a lo calculado anteriormente los datos para seleccionar la bomba será los que superen o igualen como mínimo a:

Caudal de diseño	0.161	m ³ /h
	0.000045	m ³ /s
Altura de bombeo	8.24	m
Potencia teorica	3.6433	w

El único criterio de selección aparte de cumplir con los requerimientos es que este en existencia en los mercados

locales, para esto se seleccionó de un proveedor en el área (Lambayeque) la bomba sumergible para bombeo solar:

BOMBA SUMERGIBLE SOLAR – SHURFLO 9300

A continuación se agregan algunas disposiciones técnicas importantes a conocer de esta selección

:

Especificaciones técnicas

Modelo número: 9325-043-101

Tipo de bomba: Triple diafragma, desplazamiento positivo.

Leva: 3,0 grados

Motor: De imán permanente, N° parte 11-175-00, protegido térmicamente.

Voltaje: 24 Volt de corriente continua.

Amperaje: 4 Amp. máximo.

Fusible: 7,5 Amp.

Derivación de flujo interna (bypass):
105 –110 PSI (7,2-7,5 bar).

Elevación máxima: 70 m (230 pies)

Sumersión máxima: 30 m (100 pies)

Salida de agua: Fijación estriada de ½" (12,7 mm) para manguera (o cañería) de ½".

Entrada de agua: Filtro de malla de acero inoxidable (50 mesh).

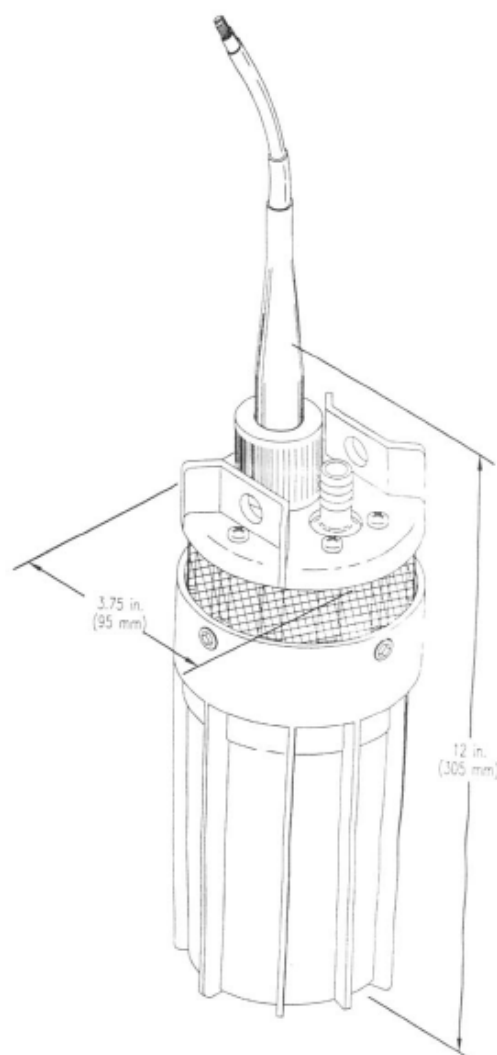
Materiales: Plásticos de alta resistencia e impacto y acero inoxidable.

Peso: 2,72 kg. (6 libras).

Aplicaciones típicas: Bombeo de agua desde perforaciones.

Las dimensiones de la figura están en pulgadas y (milímetros).

El diseño y las especificaciones técnicas están sujetas a cambios sin previo aviso.



Altura Mts.	Caudal Litros/hora	Capacidad W	Consumo Amp
6,1	443	58	1,5
12,2	432	65	1,7
18,3	413	78	2,1
24,4	401	89	2,4
30,05	390	99	2,6
36,6	382	104	2,8
42,7	375	115	3,1
48,8	371	123	3,3
54,9	352	135	3,6
61	345	141	3,8
70,1	310	155	4,1

Considerando para los parámetros establecidos se tendrá como parámetros de bombeo real:

Caudal	432	L/h
Altura de bombeo	12.2	m
Potencia teorica	65	w

ANEXO 4.- CALCULO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Normalmente en un sistema fotovoltaico se gestiona el cálculo de paneles, controlador de baterías, acumuladores e inversores; en el concepto de riego solar fotovoltaico solo se realizara el cálculo de los paneles solares considerando los siguientes criterios:

- No requiere almacenamiento de energía ya que el bombeo lo realizara durante las horas de sol, para llenar el reservorio que considera los días no soleados.
- La bomba es para bombeo solar por lo que su tensión de trabajo será en corriente continua lo que no requerirá usar inversores.

a) Cálculo de los paneles solares

Determinamos la energía que se requiere para hacer funcionar la bomba seleccionada, encontrando el tiempo real de bombeo, con los datos de caudal real de la bomba se calcula el tiempo que demorar en llenar el tanque de 750 L:

volumen del tanque	750	L
caudal de la bomba	432	L/h
tiempo de llenado	1.73611111	h
Tiempo (redondeado)	1.8	h

Considerando la potencia que necesita la bomba para funcionar y el tiempo de funcionamiento obtenemos la energía que consumirá la bomba:

Potencia de la bomba	65	W
Tiempo	1.8	h
Energía requerida	117	Wh

Esta energía se corrige por medio de un factor de pérdidas globales determinado por:

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) \times \left(1 - \frac{K_a \times N}{P_d}\right) = 0.785$$

Donde:

K_b: Factor por energía cinética. 0.5

K_c: Factor por energía calorífica. 0.05

K_v: Factor por efecto de vorticidad. 0.1

K_a: Factor por efecto de golpe de ariete. 0.005

Se corregirá la energía deseada por medio de la ecuación:

$$E = \frac{E_T}{R} = 149 \text{ Wh}$$

Para considerar la potencia del campo este debe dar la energía corregida en el tiempo de funcionamiento de la bomba es decir:

Energía corregida	149.044586	Wh
Tiempo	1.8	h
Potencia del campo	82.8025478	W

Seleccionamos el PANEL SOLAR DE LA MARCA SOLARLAND, MODELO SLP120S-12U, el cual tiene una potencia de 120W. Para abastecer la demanda del campo solar solo se requerirá un panel, se describen sus especificaciones técnicas.

SLP120-12U

High Efficiency Multicrystalline PV Module

Electrical Characteristics	SLP120-12U
Product code	120011203C
Maximum power (Pmax)	120W
Voltage at Pmax (Vmp)	17.2V
Current at Pmax (Imp)	6.98A
Open-circuit voltage (Voc)	21.6V
Short-circuit current (Isc)	7.72A
Temperature coefficient of Voc	-(80±10)mV/°C
Temperature coefficient of Isc	(0.065±0.015)%/ °C
Temperature coefficient of power	-(0.5±0.05)%/ °C
NOCT (Air 20°C; Sun 0.8kW/m² wind 1m/s)	47±2°C
Operating temperature	-40°C to 85°C
Maximum system voltage	1000V DC
Power tolerance	± 5%

*STC: Irradiance 1000W/m², AM1.5 spectrum, module temperature 25°C

*NOCT: Nominal operating cell temperature (the data is only for reference)

b) Disposición del panel solar.

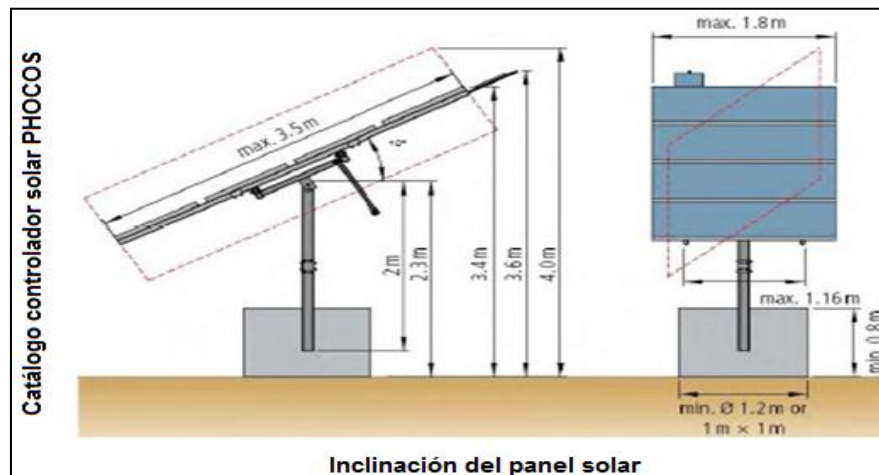
La disposición del panel fotovoltaico definido por su orientación y disposición repercute de manera decisiva en su rendimiento para este proyecto se empleará paneles instalados fijos en una posición determinada, Teniendo en cuenta la coordenada de latitud de la zona bajo estudio, 6°26'09.38" Latitud Sur, es decir, 6.435939°. El valor promedio de desviación del sol, declinación (δ) para un año es de 1.4301°. Y cuyo valor está dado por la siguiente ecuación se obtiene que el ángulo de inclinación es:

$$\theta_z = \phi - \delta$$

$$\theta_z = 6.435939^\circ - (-1.4301^\circ)$$

$$\theta_z = 7.866^\circ$$

Sin embargo, para ángulos menores de 10°, es recomendada una inclinación mínima de 10°, con el fin de evitar estancamiento de agua.



c) Controlador

El controlador no requiere calculo solo selección, se eligió el recomendado por las especificaciones técnicas de la bomba solar. El controlador seleccionado es el, **CONTROLADOR LCB-G75** Se colocan algunas especificaciones técnicas de este dispositivo:

Modelo G-75	
Máxima tensión de entrada	50 VCC (Circuito abierto – 2 paneles en serie máx.)
Tensión de arranque del sistema de bomba-paneles fotovoltaicos	18-32 VCC ajustable (ajustado en 24 voltios)
Tensión de corte	28 VCC
Máximo consumo de potencia del sistema de bomba-paneles fotovoltaicos	150 Watios
Máxima corriente de salida	6 Amperios
Consumo de potencia	25 mA
Fusible	10 Amperios
Rango de temperatura de funcionamiento	-10° a +45°C
Corte por sobretemperatura	80°C
Protección contra cortocircuito	Sí

ANEXO 5.- EVALUACION ECONOMICA

Se describe los costos a considerar primero sobre los materiales y equipos a comprar

ITEM	PRESUPUESTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO
1	SISTEMA DE BOMBEO		
	Panel Solar Monocristalino 36 celdas 120Wp SOLARLAND-12VCD	1	S/. 790.00
2	REGULADOR DE CARGA		
	CONTROLADOR LCB-G75	1	S/. 850.00
3	ELECTROBOMBA SUMERGIBLE		
	BOMBA SUMERGIBLE SOLAR – SHURFLO 9300	1	S/. 1,045.00
4	TANQUE ELEVADO		
	TANQUE ROTOPLAS 700 L	1	S/. 346.90
5	ESTRUCTURAS		
	ESTRUCTURA DE SOPORTE PARA TANQUE ELEVADO	1	S/. 350.00
	ESTRUCTURA DE SOPORTE PARA PANEL	1	S/. 85.00
	TOTAL GENERAL		S/. 3,466.90

Se considera el montaje como un global cotizado por la empresa R&S Soluciones Eléctricas:

ITEM	PRESUPUESTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO
1	COSTO DE INSTALACION DE TANQUE ELEVADO EN CONJUNTO CON ESTRUCTURA DE SOPORTE	1	560
2	INSTALACION DE SISTEMA DE BOMBEO SOLAR (PANEL SOLAR, CONTROLADOR, BOMBA SOLAR SUMERGIBLE)	1	450
	TOTAL GENERAL	S/.	1010

Haciendo un total para la instalación de. S/. 4,476.90.

El mantenimiento solo cuenta:

- ✓ Diario la limpieza del panel solar
- ✓ Cada 6 meses el desarme de la bomba que puede ser dado por los usuarios

Debido a esto no se considera costos de operación y/o mantenimiento.

En cuanto a los ingresos que generar la bomba, si bien no se cuenta con servicio de agua potable en la zona, se compara con el costo que paga una casa con dicho servicio por el proveedor de la zona, para abastecerse de este servicio se considera que una casa domiciliaria en la zona de Morrope gastaría:

CONSUMO DE AGUA		
CONSUMO REQUERIDO	0.25	m3
CARGO FIJO	1.41	s/.
COSTO DE AGUA	1.021	s/. /m3
COSTO DIARIO	0.25525	s/.
COSTO MENSUAL	9.0675	s/.
COSTO ANUAL	108.81	s/.

CONSUMO DE ENERGIA		
ENERGIA CONSUMIDA	149.044586	Wh/día
	0.149044586	kWh/día
CARGO FIJO	3.3	S/. /Día
COSTO POR ENERGIA	0.5299	S/. /kWh
COSTO DIARIO	0.078978726	s/. /m3
COSTO MENSUAL	5.669361783	s/.
COSTO ANUAL	68.0323414	s/.

También se considera el mantenimiento de la bomba cada seis meses:

MANTENIMIENTO DE LA BOMBA		
SEMESTRAL	60	S/.
ANUAL	120	S/.

Para lo que se considera un costo total al año en cuanto a gasto de:

costo anual agua	S/. 108.81
costo anual energia	S/. 68.03
Costo por mant.	S/. 120.00
	S/. 296.84

Se realiza un balance de caja es decir considerando los gastos que involucra el proyecto como egresos y los costos que se generan en una vivienda que cuenta con el servicio como ingresos se logran:

AÑO	EGRESO	INGRESO	FLUJO DE CAJA
0	S/. 4,476.90	0	S/. -4,476.90
1	0	S/. 296.84	S/. 296.84
2	0	S/. 296.84	S/. 296.84
3	0	S/. 296.84	S/. 296.84
4	0	S/. 296.84	S/. 296.84
5	0	S/. 296.84	S/. 296.84
6	0	S/. 296.84	S/. 296.84
7	0	S/. 296.84	S/. 296.84
8	0	S/. 296.84	S/. 296.84
9	0	S/. 296.84	S/. 296.84
10	0	S/. 296.84	S/. 296.84
11	0	S/. 296.84	S/. 296.84
12	0	S/. 296.84	S/. 296.84
13	0	S/. 296.84	S/. 296.84
14	0	S/. 296.84	S/. 296.84
15	0	S/. 296.84	S/. 296.84
16	0	S/. 296.84	S/. 296.84
17	0	S/. 296.84	S/. 296.84
18	0	S/. 296.84	S/. 296.84
19	0	S/. 296.84	S/. 296.84
20	0	S/. 296.84	S/. 296.84
21	0	S/. 296.84	S/. 296.84
22	0	S/. 296.84	S/. 296.84
23	0	S/. 296.84	S/. 296.84
24	0	S/. 296.84	S/. 296.84
25	0	S/. 296.84	S/. 296.84

Considerando una tasa interna de retorno del 12% los evaluadores económicos nos resultan negativos:

VAN	S/. -2,148.72
TIR	4%

Lo que quiere decir que el proyecto debido a su inversión inicial tan alta no sería rentable en cuanto a su inversión, para genera una alternativa de solución a este problema se puede conseguir una inversión por parte de un ente gubernamental o una no gubernamental que esté dispuesto a aportar s/. 2200.00 lo que daría evaluadores económicos:

VAN	S/. 51.28
TIR	12%

Los cuales serían suficientes para lograr un proyecto factible.

ANEXO 6.- PLANOS

